

**Brake pressure setter with brake force amplification**

**Patent number:** DE19703776  
**Publication date:** 1998-08-06  
**Inventor:** PEREZ-CUADRO DIOGENES (DE)  
**Applicant:** ITT MFG ENTERPRISES INC (US)  
**Classification:**  
- **international:** B60T8/32; B60T8/48; B60T13/16  
- **european:** B60T7/04B; B60T8/24; B60T8/36F6; B60T8/44B;  
B60T8/48B4B; B60T13/18; B60T13/68C  
**Application number:** DE19971003776 19970201  
**Priority number(s):** DE19971003776 19970201

**Report a data error here**

**Abstract of DE19703776**

The brake pressure setter, for a hydraulic brake system, has an amplifier piston operated by the brake pedal and able to be further amplified by the pressure of an amplifier pump (28). The force on the amplifier piston is transmitted to the pressure circuit piston (10) of the main brake cylinder (2), which is connected to the wheel brakes (9). The pressure can be built up by the amplifier pump in the amplifier chamber (13). It is controllable by a pressure control valve (29), the valve body (32) of which can be operated electromagnetically by a proportional magnet (36).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page Blank (uspto)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 03 776 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 T 8/32**  
B 60 T 8/48  
B 60 T 13/16

⑲ Aktenzeichen: 197 03 776.3  
⑳ Anmeldetag: 1. 2. 97  
㉑ Offenlegungstag: 6. 8. 98

DE 197 03 776 A 1

⑦1 Anmelder:  
ITT Mfg. Enterprises, Inc., Wilmington, Del., US  
⑦4 Vertreter:  
Portwich, P., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 60488 Frankfurt

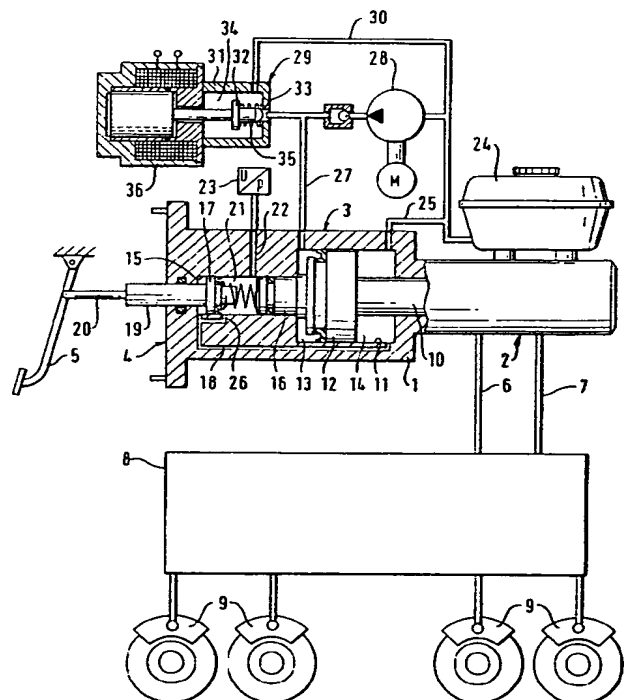
⑦2 Erfinder:  
Perez-Cuadro, Diogenes, 60529 Frankfurt, DE  
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 40 34 839 C1  
DE 32 41 662 C2  
DE 44 43 869 A1  
DE 44 43 373 A1  
DE 44 38 721 A1  
DE 44 20 148 A1  
DE 43 22 292 A1  
DE 38 13 172 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Bremsdruckgeber mit Bremskraftverstärkung für eine hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage

⑤7 Es wird ein Bremsdruckgeber für eine hydraulische Kraftfahrzeugbremsanlage mit Bremskraftverstärkung vorgeschlagen, bei der die vom Fahrer aufgebrachte Pedalkraft auf einen Verstärkerkolben (12) übertragbar ist, der zusätzlich durch den Druck einer Verstärkerpumpe (28) beaufschlagbar ist. Die am Verstärkerkolben wirksam werdende Kraft wird auf den Druckkreisbolben (10) eines mit den Radbremsen (9) des Fahrzeugs verbundenen Hauptzylinders (2) übertragen. Der von der Verstärkerpumpe (28) in der Verstärkerkammer (13) aufbaubare Druck ist durch ein Drucksteuerventil (29) steuerbar, dessen Ventilkörper (32) durch einen Proportionalmagneten (36) elektromagnetisch betätigbar ist, wobei der Erregerstrom des Proportionalmagneten (36) entsprechend den Meßwerten eines die Betätigungskraft des Bremspedals (5) erfassenden elektrischen Druckaufnehmers (23) oder den Meßwerten von Raddrehzahlsensoren einer elektronischen Regeleinrichtung zur Regelung des Bremschlupfes, des Antriebsschlupfes und/oder der Fahrstabilität des Fahrzeugs erzeugbar ist.



DE 197 03 776 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Bremsdruckgeber für eine hydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit einem an einen Radbremszylinder anschließbaren Hauptzylinder, einem hydraulischen-Bremskraftverstärker mit einem eine Verstärkerkammer begrenzenden Verstärkerkolben zur Betätigung des Hauptbremszylinders, einer von einem Motor angetriebenen Verstärkerpumpe und einer durch ein Bremspedal betätigbaren Steuereinrichtung mit einem Drucksteuerventil zur Steuerung des den Verstärkerkolben beaufschlagenden Verstärkungsdrucks.

Bei einem aus der DE 44 43 869 A1 bekannten Bremsdruckgeber der eingangs genannten Art ist das Drucksteuerventil in dem mit einem Arbeitskolben des Hauptzylinders verbundenen Verstärkerkolben angeordnet und das Bremspedal ist durch eine Druckstange mechanisch mit dem Ventilkörper des Drucksteuerventils verbunden. In der Bremslösestellung ist das Drucksteuerventil offen, wobei es die Verstärkerkammer mit einer an einen Nachlaufbehälter angeschlossenen Kammer verbindet, in die der Verstärkerkolben hineinbewegbar ist. Von dieser Kammer führt eine Leitung zur Saugseite der Verstärkerpumpe, deren Druckseite an die Verstärkerkammer angeschlossen ist. Zur Erzeugung eines Bremsdrucks wird durch Betätigung der Druckstange das Drucksteuerventil geschlossen. Gleichzeitig wird über ein elektrisches Signal die Verstärkerpumpe eingeschaltet und die Kammer durch ein Magnetventil von dem Nachlaufbehälter getrennt. Die Verstärkerpumpe erhält zum Aufbau des erforderlichen Verstärkungsdrucks das aus der Kammer fußkraftproportional verdrängte Volumen und fördert dieses in die Verstärkerkammer. Eine mit der Saugseite der Verstärkerpumpe verbundene Schwimmkolbenanordnung nimmt hierbei überschüssiges Volumen auf und sorgt dafür, daß ein bei einem schnellen Antrieben der Bremse notwendiger, erhöhter Volumenbedarf rasch gedeckt werden kann. Der Aufbau dieses bekannten Bremsdruckgebers ist vergleichsweise aufwendig und erfordert bei jedem Bremsvorgang neben der Betätigung des Drucksteuerventils die Ansteuerung eines Magnetventils. Eine automatische Betätigung der Bremse zur Fahrstabilitäts- oder Antriebsschlupfregelung läßt der bekannte Bremsdruckgeber nicht zu.

Aus der DE 44 20 148 A1 ist ein Bremsdruckgeber bekannt, bei dem der Druckkolben eines Hauptbremszylinders durch den Verstärkerkolben eines hydraulischen Bremskraftverstärkers betätigbar ist. Der Verstärkerkolben ist durch den von einer Verstellpumpe erzeugten Druck in einer Verstärkerkammer und zusätzlich durch den Druck in einer Übertragungskammer bewegbar, wobei der Druck in der Übertragungskammer durch einen mit Hilfe des Bremspedals betätigbaren Steuerkolben erzeugbar ist. Das Verstellen der Verstellpumpe wird mit Hilfe der Differenz zwischen den Drücken in der Übertragungskammer und der Verstärkerkammer derart gesteuert, daß das Verhältnis der Drücke zueinander gleich bleibt. Auch dieser bekannte Bremsdruckgeber eignet sich nicht für eine automatische Bremsbetätigung zur Fahrstabilitäts- oder Antriebsschlupfregelung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Bremsdruckgeber der eingangs genannten Art zu schaffen, der eine automatische Bremsbetätigung durch eine elektronische Regeleinrichtung auf einfache Weise ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß beim Bremsdruckgeber der eingangs genannten Art das Drucksteuerventil durch einen Proportionalmagneten elektromagnetisch betätigbar ist und daß der Erregerstrom des Proportionalmagneten entsprechend den Meßwerten einer die Betätigungskraft des Bremspedals erfassenden elektri-

schen Meßeinrichtung und/oder den Meßwerten von Raddrehzahlsensoren einer elektronischen Regeleinrichtung zur Regelung des Bremsenschlupfes, des Antriebsschlupfes und/oder der Fahrstabilität eines Kraftfahrzeugs steuerbar ist.

Der erfindungsgemäße Bremsdruckgeber ermöglicht auf einfache und vorteilhafte Weise das Zusammenwirken einer hydraulischen Bremskraftverstärkung und einer elektronischen Regeleinrichtung zur Regelung des Bremsdrucks in den Radbremszylindern und zur automatischen Bremsbetätigung. Durch die elektromagnetische Betätigung des Drucksteuerventils wird mit einfachen Mitteln eine von der Betätigung des Bremspedals unabhängige Ansteuerung des hydraulischen Bremskraftverstärkers erreicht. Der Hauptzylinder kann daher mit Hilfe des Bremskraftverstärkers durch eine elektronische Regeleinrichtung automatisch betätigt werden, wobei eine solche Betätigung keinen Einfluß auf die Stellung des Bremspedals und die Einleitung eines pedaltbetätigten Bremsvorgangs hat. Der Druckaufbau erfolgt bei der automatischen Betätigung in gleicher Weise wie bei einer Bremsbetätigung mit Hilfe des Bremspedals. Es sind daher zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung keine Sonderventile in der Bremsanlage erforderlich, sondern zur Regelung des Bremsdrucks in den Radbremszylindern können die gleichen hydraulischen Baukomponenten verwendet werden, die zur Bremsenschlupfregelung geeignet sind. Auch die Betriebsweise der hydraulischen Baukomponenten einer Bremsenschlupfregelanlage kann bei Verwendung eines erfindungsgemäßen Bremsdruckgebers bei einer Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung unverändert beibehalten werden. Es ist daher beispielsweise keine Sonderkonstruktion der Rückförderpumpe der Bremsenschlupfregelanlage erforderlich. Bei der Regelung des Bremsenschlupfes bietet der erfindungsgemäße Bremsdruckgeber weiterhin die Möglichkeit, mit Hilfe der elektronischen Regeleinrichtung den Erregerstrom des Proportionalmagneten und damit die den Verstärkungsdruck bestimmende Magnetkraft zu vermindern und dadurch den Verstärkungsdruck vorübergehend unter den durch die Pedalkraft bestimmten Wert abzusenken, um auf diese Weise den durch den Hauptzylinder erzeugten Bremsdruck den Regelungserfordernissen anzupassen. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung läßt sich also nicht nur die gewünschte, normalerweise der Pedalkraft proportionale Bremskraftverstärkung erreichen, sondern es sind, ohne daß Veränderungen an der Vorrichtung selbst vorgenommen werden müßten, verschiedene Regelfunktionen realisierbar.

Eine nähere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Bremsdruckgebers kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So kann die elektrische Meßeinrichtung zur Erfassung der Betätigungskraft des Bremspedals erfindungsgemäß ein Kraftaufnehmer sein, der vorzugsweise in der Betätigungsstange, angeordnet ist, die das Bremspedal mit dem Verstärkerkolben bzw. dem Kolben des Hauptzylinders verbindet. Hierbei kann erfindungsgemäß die Betätigungsstange direkt an dem Verstärkerkolben abgestützt sein.

Eine andere vorteilhafte Ausgestaltung kann darin bestehen, daß die elektrische Meßeinrichtung ein Druckaufnehmer ist, der mit einem durch die Betätigung des Bremspedals erzeugbaren, der Betätigungskraft proportionalen Druck beaufschlagbar ist.

Nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß das Drucksteuerventil durch das Bremspedal hydraulisch mit einer der Pedalkraft proportionalen Kraft und ohne Betätigung des Bremspedals zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung durch einen Proportionalmagneten betätigbar ist, dessen Erregerstrom von einer elektronischen Regeleinrichtung in Abhängigkeit von Meßwerten von Raddrehzahlsensoren erzeugbar ist. Diese

Ausgestaltung der Erfindung hat den Vorteil, daß der Bremsdruck bei Bremsvorgängen, die vom Willen des Fahrers bestimmt werden, ausschließlich hydraulisch gesteuert wird, und nicht von einer elektronischen Meßwertverarbeitung abhängig ist.

Zur Erzeugung eines der Pedalkraft proportionalen Drucks kann erfindungsgemäß im Gehäuse des Hauptzylinders auf der dem Bremspedal zugekehrten Seite der Verstärkerkammer eine Steuerkammer vorgesehen sein, die auf einer Seite von einem durch eine Betätigungsstange mit dem Bremspedal verbundenen Steuerkolben und auf der anderen Seite von einem an dem Verstärkerkolben abgestützten Betätigungskolben begrenzt ist. Der Steuerkolben erzeugt bei einer Bremsbetätigung in der Steuerkammer einen der Pedalkraft proportionalen Druck, der durch den Druckaufnehmer meßbar ist oder an einen Nehmerzylinder zur hydraulischen Betätigung des Drucksteuerventils übertragen werden kann. Die Steuerkammer ist vorzugsweise nach Art eines Hauptzylinders durch eine Ausgleichsbohrung oder ein in seiner Wirkung dieser entsprechendes Ventil mit einem Vorratsbehälter verbunden.

Die Erzeugung des Verstärkungsdrucks des hydraulischen Verstärkers kann nach dem Umlaufprinzip gestaltet sein, bei dem ein von der Verstärkerpumpe über das Drucksteuerventil im Kreis geförderter Druckmittelstrom bei einer Ansteuerung des Drucksteuerventils soweit gedrosselt wird, bis am Pumpenausgang ein der Steuerkraft entsprechender Verstärkungsdruck erreicht ist. Für diese Betriebsweise eignet sich ein Drucksteuerventil, bei dem der Ventilkörper durch die Kraft des Proportionalmagneten oder die Betätigungskraft des Nehmerzylinders in Schließrichtung und durch den Verstärkungsdruck in Öffnungsrichtung bewegbar ist. Ist das Drucksteuerventil elektromagnetisch und hydraulisch betätigbar, so ist es vorteilhaft, wenn der Nehmerzylinder auf der dem Drucksteuerventil abgewandten Seite des Proportionalmagneten angeordnet ist, wobei der Betätigungskolben des Nehmerzylinders durch einen Führungszapfen des Magnetankers gebildet wird, der nach Art eines Plungerkolbens in einer Wand des Nehmerzylinders geführt und abgedichtet ist. Durch Verwendung einer Teflondichtung an der Durchführung des Führungszapfens in den Nehmerzylinder kann eine geringere Hysteresis und dementsprechend ein besseres Steuerverhalten erreicht werden.

Reicht das dynamische Verhalten der Verstärkerpumpe für eine Druckerzeugung nach dem Umlaufprinzip nicht aus, so kann zur Versorgung des Bremskraftverstärkers ein Niederdruckspeicher vorgesehen sein, der regelmäßig durch die Verstärkerpumpe geladen wird. Hierbei ist es vorteilhaft, wenn das zwischen der Verstärkerkammer und dem Ausgang der Verstärkerpumpe angeordnete Drucksteuerventil als Schieberventil ausgebildet ist, das in seiner Ausgangsstellung die hydraulische Verbindung zwischen der Verstärkerkammer und der Verstärkerpumpe bzw. dem Niederdruckspeicher unterbricht und die Verstärkerkammer mit dem Vorratsbehälter verbindet, das durch die Magnetkraft des Proportionalmagneten in eine Offenstellung bewegbar ist, in der die Verstärkerkammer von dem Vorratsbehälter getrennt und mit der Verstärkerpumpe bzw. dem Niederdruckspeicher verbunden ist und dessen Ventilschieber eine Stirnfläche aufweist, die entgegen der Magnetkraft mit dem Verstärkungsdruck beaufschlagbar ist.

Der Ventilschieber des Schieberventils kann erfindungsgemäß drei Trennkörper aufweisen, die die Zylinderbohrung des Ventilgehäuses in vier Ventilkammern unterteilen, wobei im Schaltbereich des mittleren Trennkörpers in der Wand der Zylinderbohrung eine mit der Verstärkerkammer hydraulisch verbundene, ringförmige Ausnehmung vorgesehen ist, die in Ausgangsstellung des Ventilschiebers mit ei-

ner an einen Vorratsbehälter angeschlossenen Ventilkammer und in Schaltstellung des Ventilschiebers mit einer an den Ausgang der Verstärkerpumpe angeschlossenen Ventilkammer Verbindung hat.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in der Zeichnung dargestellt sind. Es zeigen

Fig. 1 einen Bremsdruckgeber mit einer von einem Druckaufnehmer gesteuerten elektromagnetischen Betätigung eines Drucksteuerventils,

Fig. 2 ein Bremsdruckgeber mit einem hydraulisch und elektromagnetisch betätigbaren Drucksteuerventil,

Fig. 3 ein Bremsdruckgeber mit einer durch einen Kraftaufnehmer gesteuerten elektromagnetischen Betätigung eines Drucksteuerventils und

Fig. 4 einen Bremsdruckgeber gemäß Fig. 1 mit einem an einen Niederdruckspeicher anschließbaren, als Schieberventil ausgebildeten Drucksteuerventil.

Der in Fig. 1 dargestellte Bremsdruckgeber weist in einem gemeinsamen Gehäuse 1 einen Hauptzylinder 2, einen Bremskraftverstärker 3 und eine hydraulische Steuereinrichtung 4 auf, die durch ein Bremspedal 5 betätigbar ist. An den Hauptzylinder 2 sind zwei in üblicher Weise durch einen Schwimmkolben voneinander getrennte Bremskreise 6, 7 angeschlossen, die den Hauptzylinder 2 in bekannter Weise über eine zentrale Steuereinheit 8 mit den Radbremsen 9 eines Fahrzeugs verbinden.

Die Betätigung des Hauptzylinders 2 erfolgt über einen Druckkreis kolben 10, der mit seinem aus dem Hauptzylinder 2 herausragenden Ende an einem in einer Zylinderbohrung 11 verschiebbar geführten und abgedichteten Verstärkerkolben 12 anliegt. Der Verstärkerkolben 12 unterteilt die Zylinderbohrung 11 in eine Verstärkerkammer 13 und eine Ausgleichskammer 14. An die Verstärkerkammer 13 schließt sich eine Zylinderbohrung 15 an, deren Durchmesser kleiner ist, als der Durchmesser der Zylinderbohrung 11. In der Zylinderbohrung 15 sind im Abstand voneinander ein Betätigungskolben 16 und ein Steuerkolben 17 angeordnet und gegenüber der Bohrungswand abgedichtet. Der Betätigungskolben 16 wird durch einen abgestuften Fortsatz des Verstärkerkolbens 12 gebildet. Der Steuerkolben 17 ragt mit einer Führungshülse 19 aus dem Gehäuse 1 heraus und ist durch eine Betätigungsstange 20 mit dem Bremspedal 5 verbunden. Der Zwischenraum zwischen dem Betätigungskolben 16 und dem Steuerkolben 17 bildet eine Steuerkammer 21, die durch eine Bohrung 22 mit einem elektrischen Druckaufnehmer 23 verbunden ist.

Der Hauptzylinder 2 weist einen Vorratsbehälter 24 auf, an den über eine Leitung 25 die Ausgleichskammer 14 angeschlossen ist. Über eine durch den Steuerkolben 17 verschließbare Ausgleichsbohrung 26 und eine Leitung 18 ist die Steuerkammer 21 mit der Ausgleichskammer 14 und somit ebenfalls mit dem Vorratsbehälter 24 verbunden. Die Verstärkerkammer 13 ist durch eine Leitung 27 an den Ausgang einer Verstärkerpumpe 28 angeschlossen, die im Kreislauf über ein Drucksteuerventil 29 und eine mit dem Vorratsbehälter 24 verbundene Rücklaufleitung 30 fördert. Das Drucksteuerventil 29 weist ein Ventilgehäuse 31 mit einem durch einen Ventilkörper 32 verschließbaren Ventilsitz 33 auf. Der Ventilkörper 32 ist in einem an die Rücklaufleitung angeschlossenen Ventilraum 34 angeordnet und wird von einer Druckfeder 35 in einer von dem Ventilsitz 33 abgehobenen Ausgangsstellung gehalten. Zur Betätigung des Ventilkörpers 32 ist das Ventilgehäuse 31 mit einem Proportionalmagnet 36 verbunden, durch dessen Anker bei Erregung der Ventilkörper 32 gegen den Druck in der Leitung 27 und gegen die Kraft der Druckfeder 35 in Richtung auf den Ventilsitz 33 bewegbar ist.

Der Proportionalmagnet 36 wird von einem Strom erregt, der von einer nicht dargestellten elektronischen Steuereinrichtung erzeugt wird und von dem Meßwert des Druckaufnehmers linear abhängig ist.

Wird das Bremspedal 5 betätigt, so wird der Steuerkolben 17 durch die von der Betätigungsstange 20 übertragene Pedalkraft  $F_p$  in die Steuerkammer 21 hineinbewegt und nach dem Schließen der Ausgleichsbohrung 26 in der Steuerkammer 21 ein Druck erzeugt, durch den der Betätigungskolben 16 und mit diesem der Verstärkerkolben 12 und der Druckkreiskolben 10 in Richtung des Hauptzylinders 2 bewegt werden und ein Bremsvorgang eingeleitet wird. Gleichzeitig erhält die elektronische Steuereinheit von dem mit dem Druck in der Steuerkammer 21 beaufschlagten Druckaufnehmer 23 ein diesem Druck entsprechendes Meßsignal. Die Steuereinheit schaltet daraufhin den Antrieb der Verstärkerpumpe 28 ein und erzeugt einen dem gemessenen Druck proportionalen elektrischen Strom, der den Proportionalmagneten 36 erregt und eine der Pedalkraft  $F_p$  proportionale Magnetkraft  $F_m$  erzeugt, durch die der Ventilkörper 32 gegen den Ventilsitz 33 bewegt wird. Hierdurch wird der Förderstrom der Verstärkerpumpe 28 soweit gedrosselt oder auch vorübergehend unterbrochen, bis in der Leitung 27 ein Verstärkungsdruck aufgebaut ist, der den Ventilkörper 32 mit einer der Magnetkraft  $F_m$  entsprechenden Gegenkraft beaufschlagt. Der Verstärkungsdruck gelangt über die Leitung 27 in die Verstärkerkammer 13 und beaufschlagt dort die Ringfläche des Verstärkerkolbens 12, wodurch dieser mit einer zusätzlichen Verstärkungskraft auf den Druckkreiskolben 10 einwirkt und den Bremsdruck in den Bremskreisen 6, 7 entsprechend erhöht.

Soll eine automatische Betätigung einzelner Radbremsen zur Regelung des Antriebsschlupfes oder der Fahrstabilität erfolgen, so wird der Proportionalmagnet 36 unmittelbar von der hierfür vorgesehenen elektronischen Regeleinrichtung angesteuert und mit einem Strom erregt, der zur Erzeugung des gewünschten Bremsdrucks erforderlich ist. Die gleichzeitig eingeschaltete Verstärkerpumpe 28 fördert Druckmittel mit dem von dem Drucksteuerventil 29 bestimmten Druck in die Verstärkerkammer 13, wodurch der Verstärkerkolben 12 in Richtung auf den Hauptzylinder 2 bewegt wird und den Druckkreiskolben 10 betätigt. Die Stellung des Bremspedals 5 bleibt hiervon unberührt, da die durch den Hub des Verstärkerkolbens 12 mit dem Betätigungskolben 16 bewirkte Volumenzunahme in der Steuerkammer 21 durch die Zufuhr von Druckmittel über die Leitung 18 und die Ausgleichsbohrung 26 ausgeglichen wird. Das Bremspedal 5 kann daher auch während einer automatischen Bremsung in gewohnter Weise betätigt werden, wobei dann selbstverständlich das Signal des Druckaufnehmers 23 Vorrang hat und ausschließlich die weitere Steuerung des Drucksteuerventils 29 übernimmt.

Die Steuerung des Bremsdrucks an den Radbremsen 9 erfolgt bei einer Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung durch die Steuereinheit 8 nach Maßgabe der Steuerbefehle einer elektronischen Regeleinrichtung, die die von Sensoren gemessenen Drehgeschwindigkeiten der Fahrzeugräder verarbeitet. Die Steuereinheit 8 kann darüberhinaus auch während einer durch das Bremspedal 5 eingeleiteten Bremsbetätigung zur Bremschlupfregelung verwendet werden.

Bei dem Bremsdruckgeber gemäß Fig. 2 wird im Unterschied zu dem Bremsdruckgeber gemäß Fig. 1 das Drucksteuerventil 29 bei einem durch das Bremspedal 5 eingeleiteten Bremsvorgang unmittelbar durch den Druck in der Steuerkammer 21 hydraulisch gesteuert. Hierzu weist das Drucksteuerventil 29 auf der dem Ventilkörper 32 abgekehrten Seite des Proportionalmagneten 36 einen in das Gehäuse 31 integrierten Nehmerzylinder 37 auf, der durch eine Lei-

tung 38 an die Steuerkammer 21 angeschlossen ist. Der Betätigungskolben 39 des Nehmerzylinders 37 wird durch einen mit dem Anker 40 des Proportionalmagneten 36 verbundenen Führungszapfen gebildet, der in einer Bohrung in einer Stirnwand 41 des Nehmerzylinders 37 mit Hilfe einer Teflondichtung 42 reibungsarm geführt und abgedichtet ist.

Bei dieser Ausführungsform des Bremsdruckgebers wird der Proportionalmagnet 36 nur bei der Durchführung automatischer Bremsvorgänge angesteuert. Wird der Bremsdruckgeber hingegen durch das Bremspedal 5 betätigt, so bleibt der Proportionalmagnet aberregt und die Steuerung des Verstärkungsdrucks erfolgt ausschließlich durch den an die Steuerkammer angeschlossenen Nehmerzylinder 37. Die elektronische Regeleinrichtung erkennt eine Betätigung des Bremspedals durch das Einschaltsignal eines vom Bremspedal betätigten Bremslichtschalters 43. Dieses Einschaltsignal dient auch zum Einschalten des Antriebs der Verstärkerpumpe 28.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten Bremsdruckgeber wird die Pedalkraft  $F_p$  über die Betätigungsstange 20 direkt auf den Verstärkerkolben 12 übertragen. Die hydraulische Steuereinrichtung 4 ist entfallen und die mit der Betätigungsstange 20 verbundene Führungshülse 19 ragt unmittelbar in die Verstärkerkammer 13 hinein und ist dort mit dem Verstärkerkolben 12 verbunden. In der Betätigungsstange 20 befindet sich ein Kraftaufnehmer 44, der in analoger Weise wie der Druckaufnehmer 23 bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 einen der Pedalkraft  $F_p$  proportionalen Strom zur Erregung des Proportionalmagneten 36 steuert. Im übrigen entspricht der Aufbau und die Wirkungsweise des Bremsdruckgebers gemäß Fig. 3 derjenigen des Bremsdruckgebers gemäß Fig. 1.

Fig. 4 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1, bei dem anstelle eines in der Ruhestellung offenen Pumpenkreises nach dem Umlaufprinzip ein in der Ruhestellung geschlossener Pumpenkreis mit einem Niederdruckspeicher 45 vorgesehen ist, der durch die Verstärkerpumpe 28 geladen wird. Eine solche Anordnung ist vorteilhaft, um mit einer verhältnismäßig kleinen Pumpe eine hohe Betätigungsdynamik zu erreichen. Das Drucksteuerventil 29 ist hierbei als elektromagnetisch betätigbares Schieberventil ausgebildet und weist ein Ventilgehäuse 47 mit einer Zylinderbohrung 48 auf, in der ein Ventilschieber 49 mit drei im Abstand voneinander angeordneten Trennkörpern 50, 51, 52 bewegbar ist, die die Zylinderbohrung in Ventilkammern 53, 54, 55, 56 unterteilen. Die Ventilkammern 54 und 56 sind an eine Rücklaufleitung 30 angeschlossen, die zur Saugseite der Verstärkerpumpe 28 und zum Vorratsbehälter 24 führt. Von der Ventilkammer 55 führt eine Leitung 27 zum Ausgang der Verstärkerpumpe 28. An die Leitung 27 ist über ein elektromagnetisch betätigbares Sperrventil 57 der Niederdruckspeicher 45 angeschlossen. Im Hubbereich des mittleren Trennkörpers 51 ist in der Zylinderbohrung 48 eine Ringnut 58 ausgebildet, die über eine radiale Anschlußbohrung und eine Leitung 59 mit der Verstärkerkammer 13 des Bremskraftverstärkers 3 verbunden ist. An die Leitung 59 ist auch die Ventilkammer 53 angeschlossen.

Der Ventilschieber 49 wird durch eine in der Ventilkammer 53 angeordnete Druckfeder 60 in der dargestellten Ausgangsstellung gehalten. In dieser Stellung ist die druckseitige Ventilkammer 55 von der Ringnut 58 getrennt. Dagegen ist die saugseitige Ventilkammer 54 zur Ringnut 58 offen, wodurch die Verstärkerkammer 13 mit dem Vorratsbehälter 24 verbunden ist. Wird der Proportionalmagnet durch die Einleitung eines Bremsvorgangs erregt, so wird der Ventilschieber 49 entgegen der Kraft der Druckfeder 60 nach rechts verschoben, wodurch die Ventilkammern 54 von der Ringnut 58 getrennt und die Ventilkammer 55 mit der mit

der Ringnut 58 verbunden wird. Hierdurch kann das von der Verstärkerpumpe 18 geförderte und durch Öffnen des Sperrventils 57 das in dem Niederdruckspeicher 45 gespeicherte Druckmittel zur Verstärkerkammer 13 gelangen und den Verstärkerkolben 12 beaufschlagen. Der hierbei in der Verstärkerkammer 13 aufgebaute Druck beaufschlagt auch in der Ventilkammer 53 die Stirnfläche des Trennkörpers 50 und erzeugt dadurch eine der Magnetkraft  $F_m$  entgegengerichtete Druckkraft. Sobald diese Druckkraft die Magnetkraft  $F_m$  übersteigt, wird der Ventilschieber 49 nach links in Richtung der Ausgangsstellung so weit zurückbewegt, bis der Trennkörper 51 die Verbindung zwischen der Ventilkammer 55 und der Ringnut 58 schließt und dadurch einen weiteren Druckanstieg verhindert. In dieser Stellung verharrt der Ventilschieber 49 nur so lange die Magnetkraft  $F_m$  mit der Druckkraft und der Federkraft, die auf den Ventilschieber 49 einwirken, im Gleichgewicht ist. Steigt beispielsweise durch stärkere Betätigung des Bremspedals 5 die Magnetkraft  $F_m$  an, so wird die Verbindung zwischen der Ventilkammer 55 und der Ringnut 58 wieder geöffnet, wodurch sich der Druck in der Verstärkerkammer 13 weiter erhöht. Nimmt die Magnetkraft  $F_m$  ab, beispielsweise durch Verringerung der Pedalkraft  $F_p$ , so wird die Verbindung zwischen der Ventilkammer 54 und der Ringnut 58 geöffnet, wodurch Druckmittel aus der Verstärkerkammer 13 zum Vorratsbehälter 24 entweicht und der Druck in der Verstärkerkammer 13 absinkt. Auf diese Weise wird der Druck in der Verstärkerkammer 13 jeweils auf einen der Magnetkraft  $F_m$  bzw. der Pedalkraft  $F_p$  proportionalen Wert eingestellt.

Das während der Druckregelung von der Verstärkerpumpe 28 geförderte, überschüssige Druckmittel kann zunächst von dem Niederdruckspeicher 45 aufgenommen werden. Ist der Niederdruckspeicher gefüllt, so öffnet ein parallel zur Verstärkerpumpe 28 geschaltetes Druckbegrenzungsventil 61, wodurch das überschüssige Druckmittel zur Saugseite der Verstärkerpumpe 28 gelangt.

Die Vorteile der beschriebenen Bremsdruckgeber sind zusammengefaßt vor allem darin zu sehen, daß zur Bremskraftverstärkung kein Vakuumverstärker erforderlich ist und Unabhängigkeit von einer Vakuumquelle besteht; damit reduziert sich der auch Bauraum entscheidend. Die hydraulische Verstärkung wird aufgrund der hohen Leistungsdichte der Hydraulik erzielt. Außer der Bremskraftverstärkung können mehrere Regelfunktionen realisiert werden. Die Antriebsschlupf- und die Fahrstabilitätsregelung werden nur durch Inbetriebnahme der Verstärkerpumpe bewirkt, die eine normale Standard-Niederdruckpumpe sein kann, was sich geräuschemindernd und kostensenkend auswirkt. Es erübrigt sich der Einsatz von Sonderventilen und einer Sonderkonstruktion der Pumpe in der hydraulischen Steuereinheit zur Bremschlupfregelung, da diese während einer automatischen Bremsung nicht zur Bremsdruckerzeugung herangezogen wird und die Pumpe auf der Saugseite nicht mit Druck belastet wird. Durch den Verzicht auf Sonderventile wird die Entlüftung der Steuereinheit vereinfacht.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß die in den vorangegangenen Ausführungsbeispielen nach Fig. 1-4 vorgestellte Verstärkerpumpe 28 auch mittels eines piezoelektrischen Pumpenantriebs dargestellt werden kann.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Hauptzylinder
- 3 Bremskraftverstärker
- 4 Steuereinrichtung
- 5 Bremspedal
- 6 Bremskreis

- 7 Bremskreis
- 8 Steuereinheit
- 9 Radbremse
- 10 Druckkreisbolben
- 11 Zylinderbohrung
- 12 Verstärkerbolben
- 13 Verstärkerkammer
- 14 Ausgleichskammer
- 15 Zylinderbohrung
- 16 Betätigungsbolben
- 17 Steuerbolben
- 18 Leitung
- 19 Führungshülse
- 20 Betätigungsstange
- 21 Steuerkammer
- 22 Bohrung
- 23 Druckaufnehmer
- 24 Vorratsbehälter
- 25 Leitung
- 26 Ausgleichsbohrung
- 27 Leitung
- 28 Verstärkerpumpe
- 29 Drucksteuerventil
- 30 Rücklaufleitung
- 31 Ventilgehäuse
- 32 Ventilkörper
- 33 Ventilsitz
- 34 Ventilraum
- 35 Druckfeder
- 36 Proportionalmagnet
- 37 Nennerzylinder
- 38 Leitung
- 39 Betätigungsbolben
- 40 Anker
- 41 Stirnwand
- 42 Teflondichtung
- 43 Bremslichtschalter
- 44 Kraftaufnehmer
- 45 Niederdruckspeicher
- 47 Ventilgehäuse
- 48 Zylinderbohrung
- 49 Ventilschieber
- 50 Trennkörper
- 51 Trennkörper
- 52 Trennkörper
- 53 Ventilkammer
- 54 Ventilkammer
- 55 Ventilkammer
- 56 Ventilkammer
- 57 Sperrventil
- 58 Ringnut
- 59 Leitung
- 60 Druckfeder
- 61 Druckbegrenzungsventil

#### Patentansprüche

1. Bremsdruckgeber für eine hydraulische Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit einem an einen Radbremszylinder anschließbaren Hauptzylinder, einem hydraulischen Bremskraftverstärker mit einem eine Verstärkerkammer begrenzenden Verstärkerbolben zur Betätigung des Hauptbremszylinders, einer von einem Motor angetriebenen Verstärkerpumpe und einer durch ein Bremspedal betätigbaren Steuereinrichtung mit einem Drucksteuerventil zur Steuerung des den Verstärkerbolben beaufschlagenden Verstärkungsdrucks, dadurch gekennzeichnet, daß das Drucksteuerventil

60

65

(29) durch einen Proportionalmagneten (36) elektromagnetisch betätigbar ist und daß der Erregerstrom des Proportionalmagneten (36) entsprechend den Meßwerten einer die Betätigungskraft des Bremspedals (5) erfassenden elektrischen Meßeinrichtung und/oder den Meßwerten von Raddrehzahlsensoren einer elektronischen Regeleinrichtung zur Regelung des Bremschlupfes, des Antriebsschlupfes und/oder der Fahrstabilität des Fahrzeugs erzeugbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Meßeinrichtung ein Kraftaufnehmer (44) ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Meßeinrichtung ein Druckaufnehmer (23) ist, der mit einem durch die Betätigung des Bremspedals (5) erzeugbaren, der Betätigungskraft proportionalen Druck beaufschlagbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Drucksteuerventil (29) durch das Bremspedal (5) hydraulisch mit einer der Pedalkraft (Fp) proportionalen Kraft und zur Antriebsschlupf- oder Fahrstabilitätsregelung durch einen Proportionalmagneten (36) betätigbar ist, dessen Erregerstrom von einer elektronischen Regeleinrichtung in Abhängigkeit von Meßwerten von Raddrehzahlsensoren erzeugbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremspedal (5) über eine Betätigungsstange (20) direkt mit dem Verstärkerkolben (12) verbunden ist, daß der Kraftaufnehmer (44) zwischen dem Bremspedal (5) und der Betätigungsstange (20) angeordnet ist und daß in einer elektronischen Steuereinrichtung ein dem Meßwert dieses Kraftaufnehmers (44) entsprechender Erregerstrom für den Proportionalmagneten (36) des Drucksteuerventils (29) erzeugbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkerkolben (12) als Stufenkolben ausgebildet ist und mit seiner im Durchmesser kleineren Stufe einen Betätigungskolben (16) bildet, der eine Steuerkammer (21) begrenzt und daß das Bremspedal (5) über eine Betätigungsstange (20) mit einem Steuerkolben (17) verbunden ist, durch den in der Steuerkammer (21) ein der Pedalkraft (Fp) proportionaler Druck erzeugbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Steuerkammer (21) von dem Druckaufnehmer (23) erfaßbar ist und daß in einer elektronischen Steuereinrichtung ein dem Meßwert des Druckaufnehmers (23) entsprechender Erregerstrom für den Proportionalmagneten (36) des Drucksteuerventils (29) erzeugbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerkammer (21) mit einem hydraulischen Nehmerzylinder (37) zur Betätigung des Ventilkörpers (32) des Drucksteuerventils (29) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Nehmerzylinder (37) auf der dem Drucksteuerventil (29) abgewandten Seite des Proportionalmagneten (36) angeordnet ist und einen Betätigungskolben (39) hat, der durch eine reibungsarme Dichtung (36) in der Stirnwand (41) des Nehmerzylinders (37) abgedichtet ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Drucksteuerventil (29) ein in seiner Ruhestellung offenes Sitzventil ist, dessen Ventilsitz (33) auf der Eingangsseite

an die Druckseite der Verstärkerpumpe (28) und die Verstärkerkammer (13) angeschlossen ist und auf der Ausgangsseite über eine Rückführleitung (30) mit einem Vorratsbehälter (24) bzw. der Saugseite der Verstärkerpumpe (28) verbunden ist und dessen Ventilkörper (32) durch die Magnetkraft (Fm) des Proportionalmagneten (36) oder die Betätigungskraft des Nehmerzylinders (37) in Schließrichtung gegen den Verstärkungsdruck bewegbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Drucksteuerventil (29) als Schieberventil ausgebildet ist, das zwischen der Verstärkerkammer (13) und der Druckseite der Verstärkerpumpe (28) angeordnet ist und in seiner Ruhestellung die hydraulische Verbindung zwischen der Verstärkerkammer (13) und der Verstärkerpumpe (28) unterbricht und die Verstärkerkammer (13) mit dem Vorratsbehälter (24) verbindet, das durch die Magnetkraft (Fm) des Proportionalmagneten (36) in eine Offenstellung bewegbar ist, in der die Verstärkerkammer (13) von dem Vorratsbehälter (24) getrennt und mit der Verstärkerpumpe (28) bzw. dem Niederdruckspeicher (45) verbunden ist und dessen Ventilschieber (49) eine Stirnfläche aufweist, die entgegen der Magnetkraft (Fm) mit dem Verstärkungsdruck beaufschlagbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilschieber (49) des Schieberventils drei Trennkörper (50, 51, 52) aufweist, die die Zylinderbohrung (48) des Ventilgehäuses (47) in vier Ventilkammern (53, 54, 55, 56) unterteilen, wobei im Schaltbereich des mittleren Trennkörpers (51) in der Wand der Zylinderbohrung (48) eine mit der Verstärkerkammer (13) hydraulisch verbundene, ringförmige Ausnehmung (58) vorgesehen ist, die in Ausgangsstellung des Ventilschiebers (49) mit einer an einen Vorratsbehälter (24) angeschlossenen Ventilkammer (54) und in Schaltstellung des Ventilschiebers (49) mit einer an den Ausgang der Verstärkerpumpe (28) angeschlossenen Ventilkammer (55) Verbindung hat.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckseite der Verstärkerpumpe (28) über ein in Ausgangsstellung sperrendes Ventil (57) mit einem Niederdruckspeicher (45) verbunden ist und dieser bedarfsweise zuschaltbar ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---



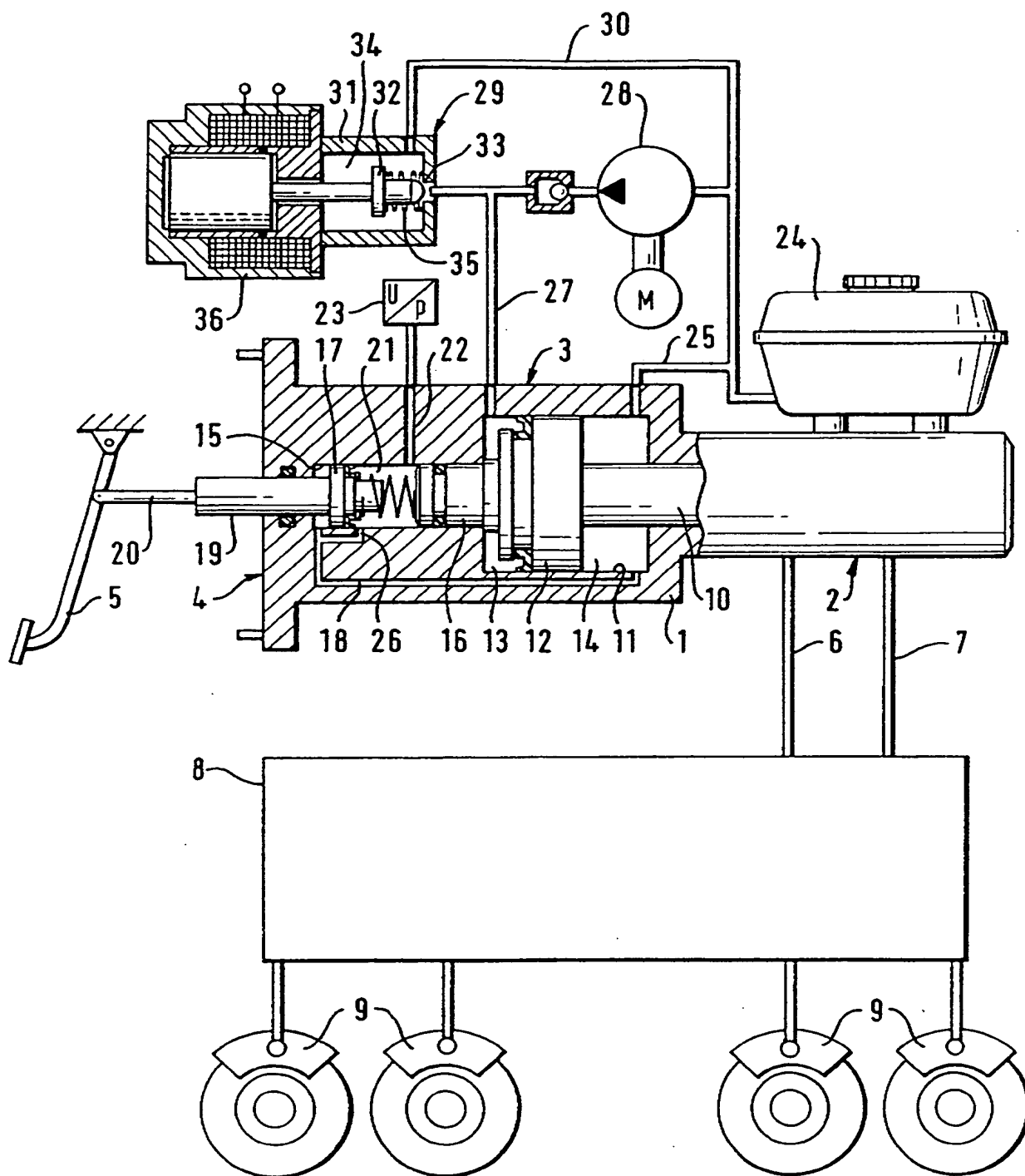


Fig. 1

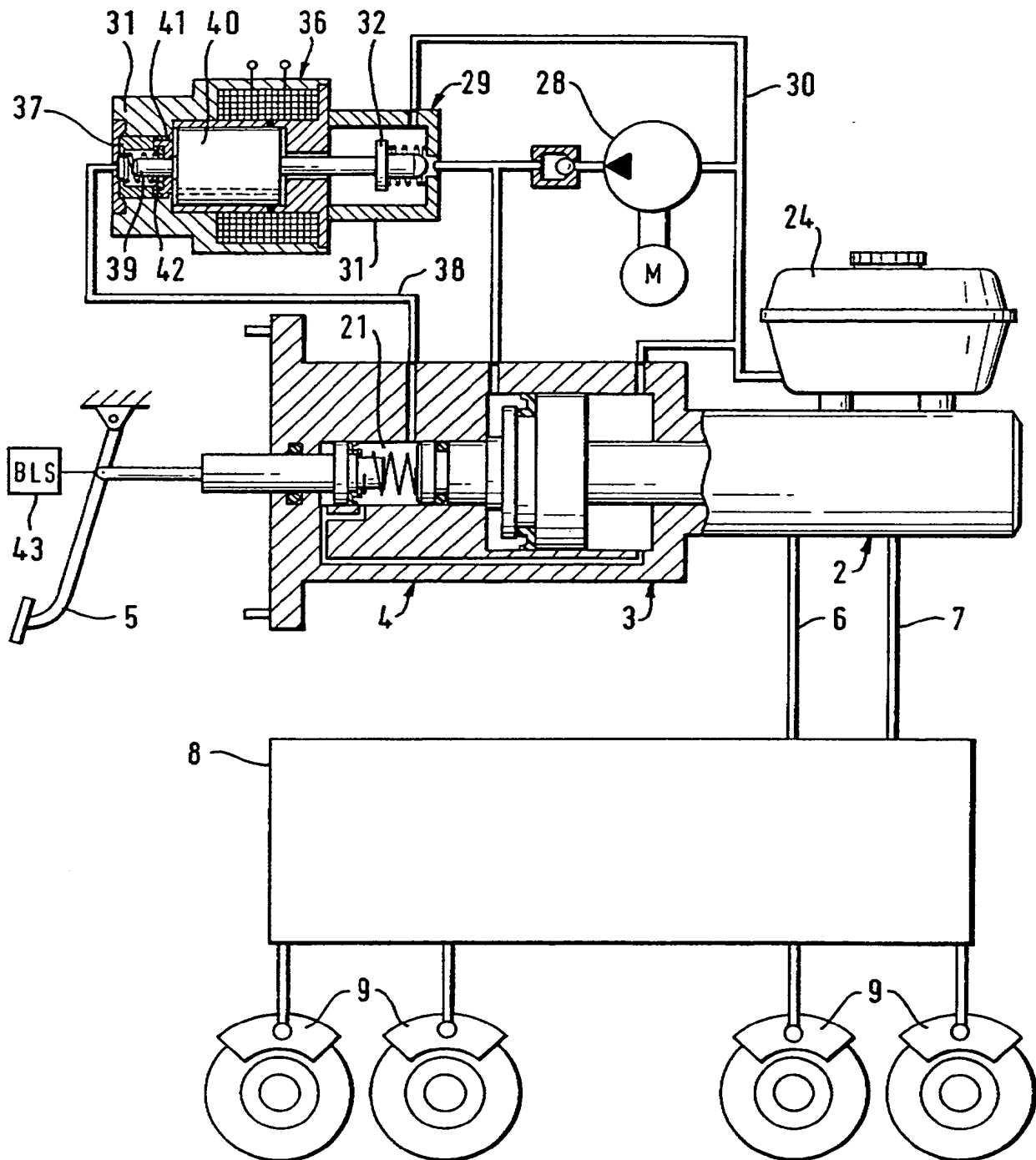


Fig. 2

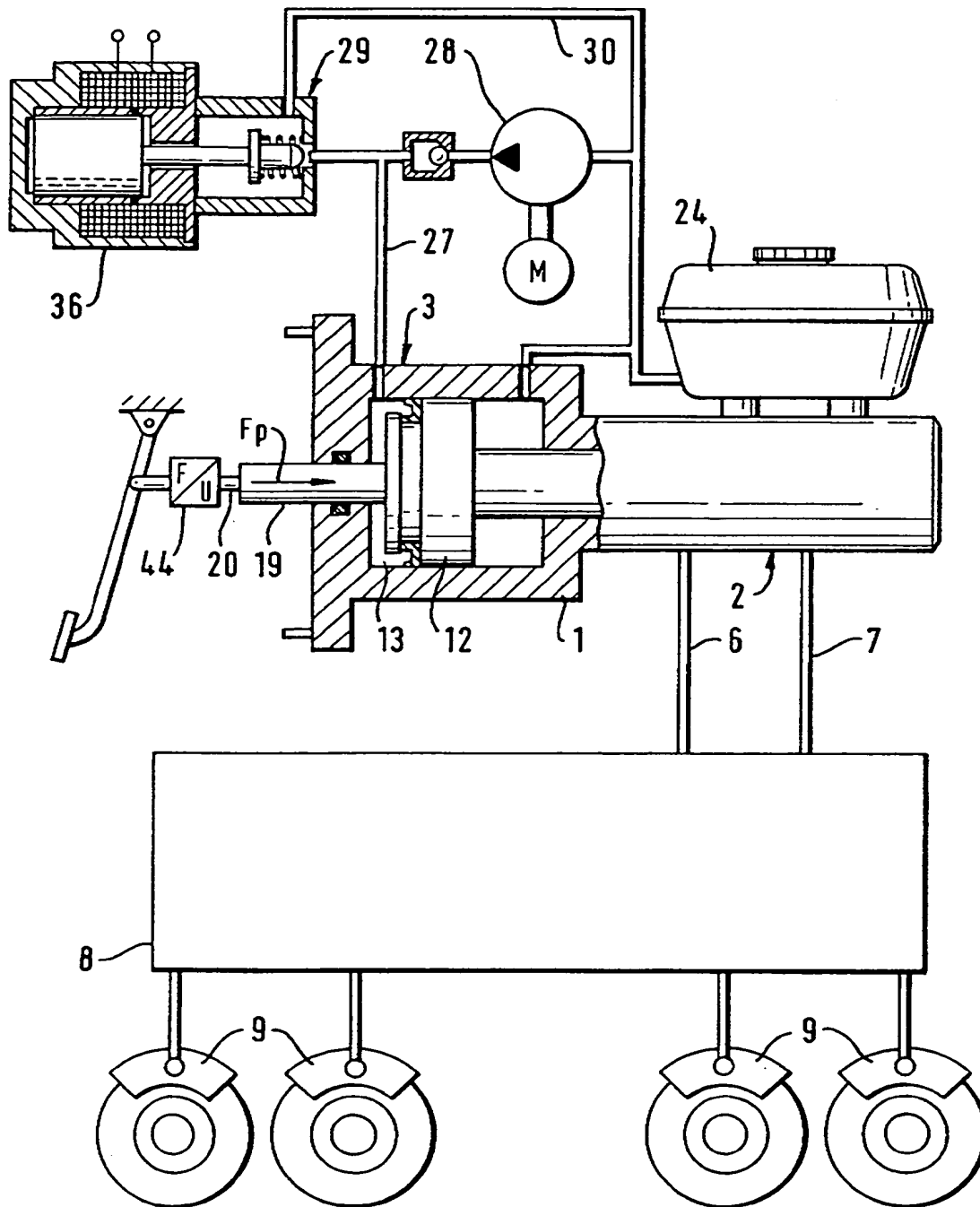


Fig. 3

